

PLASMA PROCESSING DEVICE AND PROCESSING METHOD

Patent Number: JP10275694
Publication date: 1998-10-13
Inventor(s): EDAMURA MANABU; ARAI MASATSUGU; NISHIO RYOJI; MAEDA KENJI; YOSHIOKA TAKESHI; KANAI SABURO
Applicant(s): HITACHI LTD
Requested Patent: ☐ JP10275694
Application Number: JP19970079561 19970331
Priority Number(s):
IPC Classification: H05H1/46; C23C14/34; C23C16/50; C23F4/00; H01L21/203; H01L21/205; H01L21/3065
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the shaving of an insulating material in the vicinity of an antenna and the sticking of a reaction product in its vicinity, and stabilize repeated plasma process by earthing a Faraday shield arranged between an induction antenna and plasma through a voltage control circuit of a shield comprising variable resistance or a variable capacitor, and a switch.

SOLUTION: A Faraday shield 26 arranged between a chamber member 25 of a process chamber 3 and a coil type antenna 9 connected to a high frequency power source 8 prevents the capacitance bonding of the antenna 9 and plasma 4. A control means 29 arranged between the Faraday shield 26 and an earthing potential together with a switch 27, comprising variable resistance or a variable capacitor controls shield voltage. The shaving of the chamber member 25 is decreased, electrons and ions in the plasma 4 are accelerated, the inner surface of the process chamber 3 is adequately struck, and furthermore, when the plasma 4 is ignited, earthing potential is shut off, and ignition ability is enhanced.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(51) Int.Cl.⁶ 識別記号

H 0 5 H 1/46

C 2 3 C 14/34

16/50

C 2 3 F 4/00

H 0 1 L 21/203

F I

H 0 5 H 1/46

C 2 3 C 14/34

16/50

C 2 3 F 4/00

H 0 1 L 21/203

A

S

D

S

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-79561

(22) 出願日 平成9年(1997)3月31日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 枝村 学

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 荒井 雅嗣

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 西尾 良司

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

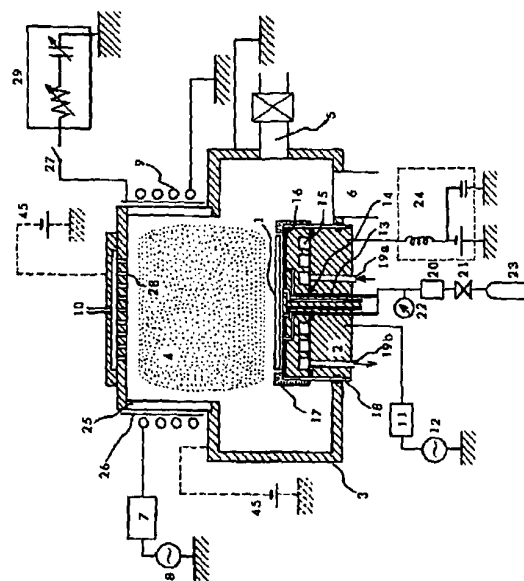
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及び処理方法

(57) 【要約】

【課題】誘導結合型プラズマ処理装置において、アンテナとプラズマとが、静電容量的に結合し、チャンバ絶縁材がプラズマによって削られることを防止するため、ファラデーシールド用いるが、シールドによってアンテナとプラズマとの容量結合を防止すると、プラズマの着火性が悪くなるという問題がある。

【解決手段】本発明は、誘導アンテナとプラズマの間にファラデーシールドを設置し、かつこのファラデーシールドをシールド電圧の制御手段およびスイッチを介して接地する構造とした。これにより、プラズマを着けるときのシールドを接地から遮断してプラズマの着火性が改善される。また、制御手段によって、ファラデーシールドの電圧を適当な値に設定することにより、アンテナ直下の絶縁材チャンバが削れず、かつエッチング等のプラズマ処理による反応生成物も付着しない理想的な状態が実現できる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】処理チャンバと、処理用のガスの導入手段および排気手段と、被処理物を載置するステージと、プラズマを発生させるための高周波電力供給手段を備え、前記電力供給手段と接続されたアンテナとプラズマ発生部との間にファラデーシールドを備え、前記ファラデーシールドが開閉手段を介して接地されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】処理チャンバと、処理用のガスの導入手段および排気手段と、被処理物を載置するステージと、プラズマを発生させるための高周波電力供給手段を備え、前記電力供給手段と接続されたアンテナとプラズマ発生部との間にファラデーシールドを備え、前記ファラデーシールドに印加する電圧を制御する制御手段を備えることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】処理チャンバと、処理用のガスの導入手段および排気手段と、被処理物を載置するステージと、プラズマを発生させるための高周波電力供給手段を備え、前記電力供給手段と接続されたアンテナとプラズマ発生部との間にファラデーシールドを備え、前記ファラデーシールドに電力供給手段を接続したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】請求項2記載のプラズマ処理装置において、前記電圧の制御回路が可変抵抗又は可変コンデンサを含むことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】請求項1から4記載のプラズマ処理装置において、処理チャンバを構成する導電性部材に直流電力の供給手段を接続したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項6】処理チャンバ内に処理用のガスの導入し、ステージ上に載置された被処理物を処理するために、アンテナとプラズマ発生部との間にファラデーシールドを備えたプラズマ処理装置のプラズマ処理方法において、前記アンテナに電力を投入時には前記ファラデーシールドが電気的に接地電位から浮いた状態とし、プラズマが着いた後、前記ファラデーシールドを接地することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項7】請求項6記載のプラズマ処理方法において、ファラデーシールドに電圧を与えた状態でプラズマを保持し、チャンバ内表面をクリーニングすることを特徴とするプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体、液晶ディスプレイ用基板等の製造において、エッチングや成膜等の処理に最適なプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のプラズマ処理装置として、特開平2-235332号公報に示されるように、誘導結合型プラズマ処理装置がある。この装置は、チャンバの一部である

石英などの絶縁材を介して処理チャンバの外に配置された、一般的には、ループ、コイル、あるいは、らせんといった形状をした高周波アンテナに、数100kHzから、数100MHzの高周波電力を給電し、アンテナによって形成される誘導磁場によって、処理チャンバ内に導入されたプロセスガスにエネルギーを供給し、プラズマを発生、維持する方式のプラズマ装置である。

【0003】しかしながら、この装置では、高周波アンテナは、処理チャンバ中のプラズマに対して、石英などの絶縁材を介して、大気側に配置するが、アンテナとプラズマとが、誘導結合する以外に、静電容量的に結合し、しばしば、この絶縁材がプラズマによって削られることがある。特にアンテナ直下の部分は、アンテナにかかる高電圧の効果によって、プラズマ中の電子、イオンが内壁に垂直な方向に高周波的に加速され、このとき、電子がイオンに比べて軽いために、内壁表面は、電子の衝突を多く受けて負に帯電し、その結果生成される静電場によって、イオンが引き込まれ、この部分に著しい削れを生じることがある。

【0004】前述の削れを防止する物として、特表平5-502971号公報の構成の装置がある。

【0005】このプラズマ処理装置では、アンテナと誘電体チャンバの間に、ファラデーシールドを設置することによって、前述のアンテナ直下のチャンバ削れの問題を解決している。なお、本公報では、プラズマとシールド間の静電容量を変えるために、シールドを移動することが開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の装置では、ファラデーシールドによって、アンテナとプラズマとの容量結合を防止すると、プラズマの着火性が悪くなるという課題に関しては何等開示がない。この課題は、十分に強いプラズマが生成されているときは、プラズマに供給される電力は、電子の誘導によって供給されるので、ファラデーシールドを設置することによる問題はないが、プラズマが着くときは、アンテナによって生成される電界が主要な役割を果たすがファラデーシールドによってアンテナで生成される電界が阻害されるためである。ファラデーシールドは、元々この電界を遮断するものであるので、著しくプラズマ着火性が悪くなる。

【0007】さらに、エッチング装置においては、ファラデーシールドの設置によって、アンテナとプラズマとの容量結合成分を防止すると、チャンバ削れがなくなる反面、逆にエッチングによる反応生成物が付着し、エッチングの変化や異物発生の問題を引き起こす。

【0008】本発明は、前述したような従来技術の問題点、すなわち、アンテナ直下の絶縁材チャンバの削れの問題、ファラデーシールド設置時のプラズマ着火性の問題や反応生成物付着の問題を解決し、安定なプラズマ処理を実現し、かつ信頼性が高く、異物発生が少なく、高

稼働率でメンテナンスが容易なプラズマ処理装置を提供する。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、誘導アンテナとプラズマの間にファラデーシールドを設置し、かつこのファラデーシールドを可変抵抗、あるいは可変コンデンサ等からなるシールドの電圧の制御回路およびスイッチを介して接地する構成とした。前述の構造により、プラズマをはじめに着けるとときには、シールドを接地電位から遮断して電氣的に浮かせておくことにより、プラズマの着火性が改善される。また、制御回路によって、ファラデーシールドに加わる電圧を適当な値にすることにより、アンテナ直下の絶縁材チャンバが削れず、かつエッチング等のプラズマ処理による反応生成物も付着しない理想的なチャンバ内表面の状態が実現できる。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明は、半導体デバイスの製造の分野に限定されるものではなく、液晶ディスプレイの製造や、各種材料の成膜、表面処理に適用が可能である。ここでは、半導体デバイス製造用のプラズマエッチング装置を例にとって、実施例を示すことにする。

【0011】図1に、本発明の一実施例を示す。図中の処理チャンバ3は、例えば、表面をアルマイト処理したアルミニウム製の真空容器である。処理チャンバ3は、真空排気手段6、および、被処理物である半導体ウエハ1を搬入出するための搬送システム5を備える。処理チャンバ3中には、半導体ウエハ1を載置するための電極2が設置される。搬送システム5より、処理チャンバ中に搬入されたウエハは、プッシュロッド13によって、電極上に運ばれ、直流電源24に接続された静電チャック16によって、静電吸着されて保持される。電極2は、全体が、アルミニウムあるいは、ステンレス等の金属材料によって形成されるが、静電チャック16は、例えば、アルミニウムの電極上に、シリコンカーバイド、あるいは、酸化チタンを配合したアルミナ等の誘電体材料を1mm程度形成することにより作られ、数100V程度の電圧をかけることにより、半導体ウエハ1を静電吸着する。また、電極2には、プラズマ処理中に半導体ウエハ1に入射するイオンのエネルギーを制御する目的で、整合器11を介して、数百kHzから数十MHzの周波数の高周波電源12が接続される。

【0012】さらに、電極2中には、プラズマによって加熱される処理中の半導体ウエハ1の温度を一定に保つため、内部に冷媒の流路15が通っている。半導体ウエハ1と電極の間には、低圧下では接触面の熱伝達が悪いので、伝熱促進のために、He等の非反応性ガスが、流路14を介して、半導体ウエハ1と電極2の間に、数Torr～十数Torr程度導入される。半導体ウエハ載置面以外の電極表面は、絶縁材でできたサセプタ17、絶縁材カ

バー18等によって、プラズマや反応性ガスから保護される。半導体ウエハ1の対向部には、処理ガスの吹き出し口28があいており、シャワー状に処理ガスが導入される。

【0013】さらに、半導体ウエハの上部には、コイル形のアンテナ9が、石英やアルミナセラミック等の絶縁材で作られた筒状のチャンバ部材25を、取り囲んで設置される。アンテナ9には、高周波電源8が接続される。高周波電源の周波数は特に限定されないが、一般的には、数100kHzから数100MHzであり、商用周波数である13.56MHzが電源が安価であり、実用的である。アンテナ9と筒状のチャンバ部材25の間には、ファラデーシールド26が設置される。ファラデーシールド26は、コイルを横切るように、この場合は、縦方向にスリットが入った金属板で形成されており、スイッチ27、ファラデーシールド26の電圧の制御回路29を介して電氣的に接地されている。このファラデーシールド26は、アンテナ9によって形成される電界を遮断し、アンテナ9とプラズマ4とが、電気回路的に容量結合するのを防ぐために設置したものである。このファラデーシールド26を設け、制御回路29によりファラデーシールドに加える電圧を制御することにより、チャンバ部材25の削れを低減させることができる。

【0014】図2は、ファラデーシールドの構造を示す模式図である。アンテナ9は、高導電性の材料、例えば銅によって作られる。ファラデーシールド26は、前述のようにアンテナ9を横切るようにスリットが設けられており、アンテナ9とチャンバ部材25との間に設置される。アンテナ9とファラデーシールド26の間は、絶縁スペーサ30によって間隔が設けられている。図2に示したファラデーシールド26は、コイル状のアンテナ9に対して好適な構造である。アンテナ9が図3に示すように、ループあるいは、らせん状に平面的に巻かれている場合は、放射状のスリットを設ける必要がある。又、図4に示すように、リボン状の導電材料を絶縁スペーサ30を介してアンテナ9に巻き付けた構造でもよい。このような構造のファラデーシールド26は、どんなアンテナ9の巻き方に対しても適用できるという利点がある。

【0015】スイッチ27は、プラズマの着火の問題を解決するために設置されている。前述したように、絶縁材25の削れを防止するためには、アンテナ9とプラズマ4とが、容量的に結合するのを防止する必要があるが、反面、プラズマ4が最初に着火する時には、この容量結合成分が必要である。従って、プラズマ4がつく前は、スイッチ27で、ファラデーシールド26を接地電位から浮かせておき、プラズマ4が着火した後、スイッチ27を入れて、シールドとして機能させる。これにより、絶縁材（チャンバ部材）の削れの防止と着火性の確保を両立することができる。

【0016】ファラデーシールド26を直接接地電位に接続した場合は、言うまでもなく、シールドの電位は±0Vであるが、ファラデーシールド26と接地電位との間に、可変抵抗あるいは可変コンデンサ等からなるシールド電圧の制御手段29を入れることによって、ファラデーシールド26に加わる高周波電圧をコントロールすることができる。なぜならば、ファラデーシールド26は、アンテナ9との間のキャパシタンスを介して電源と回路的に繋がっているからである。ファラデーシールド26にかかる電圧は、接地電位とファラデーシールド26の間に入れた制御回路中の抵抗あるいはコンデンサの容量によって決定される。例えば、制御回路のコンデンサ容量を1000pF程度の設定すると、電源が13.56MHzの場合この部分のインピーダンスは11Ωとなり、シールドを接地した場合にかなり近い状況となり容量供給を押さえるファラデーシールドとして機能する。次に、50pF程度にしてやると、インピーダンスは、220Ωとなりシールドに電圧が生じ、シールドを浮かせたような効果が生じる。このように50~100pFの間で容量を制御することによりファラデーシールドの電圧を制御できる。このファラデーシールド部に電圧が生じると、アンテナ9とプラズマ4、並びにファラデーシールド26とプラズマ4の間の容量結合回路が無視できなくなる。従って、ファラデーシールド26に適度な電圧が加わるように、制御回路の抵抗値、容量値を設定してやることによって、アンテナ9やファラデーシールド26の電界によってプラズマ中の電子とイオンの加速が行われ、絶縁チャンバの内表面が適度に叩かれる。これにより、エッチング等のプラズマ処理による反応生成物のデポジションを押さえることができる。

【0017】図1に示した実施例と同じ目的のために、さらに、積極的にファラデーシールド26に電力を与えるために、ファラデーシールド26に別の高周波電源40を接続した実施例について説明する。

【0018】図5にファラデーシールドに高周波電源を接続した一例を示す。高周波電源40よりファラデーシールド26に供給する電力を制御手段41で制御することによって、ファラデーシールドに加える電圧を変え、図1に示した実施例と同様に、絶縁部材であるチャンバ部材25の表面状態を削れもせずデポジションもしない、最適な状態にすることができる。

【0019】さらに他の実施例として、図1中の点線で示したように、チャンバ内の導電性部材の部分に直流電源45を接続することにより、この部分の表面状態も制御できるようにした例である。この場合、図には明確に示されないが、チャンバ部材に電圧を印加するために、ポンプ等の機器やチャンバ周囲の構成部材とチャンバ部材とは絶縁しておく必要がある。前述したように、チャンバ部材のうち、絶縁材料の部分は、その外側のシールド等の導電部材に高周波電力を加えることによって、表

面へのデポジションを抑制することができたが、金属の部材ならば、直接、負の電位を加えることによって、イオンを引き込み、表面を叩いて、デポジションを防ぐことができる。

【0020】半導体デバイスのエッチングプロセスにおいては、プラズマクリーニングといって、チャンバ内部に付着した反応生成物を除去するために、ウェハ一枚毎、あるいは1ロット（一般的には25枚）、あるいは必要に応じて、酸素、六弗化イオウ等のガスを放電することがある。本発明によれば、このプラズマクリーニング時にシールドやチャンバに電力を与えるようにしておけば、チャンバ内面をくまなくクリーニングすることができる。

【0021】以上、本発明の実施の形態を半導体デバイス製造用のプラズマエッチング装置を例にとり示した。本発明は、プラズマ処理装置において、チャンバの内壁を、過度に削れもしないし、デポジションもしないという条件に設定することによって、プラズマ処理の計時変化や異物の発生を押さえることを骨子としている。本発明は、プラズマエッチング装置に対して特に有効であるが、エッチング装置に限定されることなく、プラズマCVD装置、プラズマアッシング装置、プラズマスパッタ装置などに適用が可能であり、半導体デバイスの処理のみならず、液晶ディスプレイ基板の処理や、その他、表面処理全般に適用が可能である。

【0022】

【発明の効果】本発明のプラズマ処理装置によれば、アンテナ近傍の絶縁材の削れを防止するとともに、同時に、その付近への反応生成物の付着を防ぎ、これにより、繰り返し処理する場合でも、安定したプラズマ処理が可能となる。また、削れによる部品の交換や、反応生成物の付着による内部の清掃の頻度が激減する。その結果、全体としてのプラズマ処理性能、および装置の稼働率が向上し、ハイスループットでの微細なエッチング加工や、高品質な成膜加工、表面処理等が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す図。

【図2】ファラデーシールドの構造を示す部分斜視図。

【図3】ファラデーシールドの構造を示す部分斜視図。

【図4】ファラデーシールドの構造を示す部分斜視図。

【図5】本発明の他の一実施例を示す図。

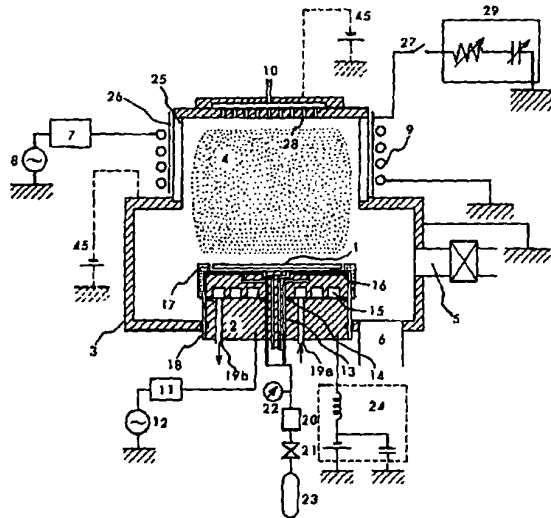
【符号の説明】

1…半導体ウェハ、2…電極、3…処理チャンバ、4…プラズマ、5…搬送システム、6…真空排気手段、7…整合器、8…高周波電源、9…アンテナ、10…処理ガス導入口、11…整合器、12…高周波電源、13…プッシュロッド、14…伝熱促進ガスの導入経路、15…冷媒の流路、16…静電チャック、17…サセプタ、18…絶縁材カバー、19a…冷媒供給口、19b…冷媒出口、20…マスフローメータ、21…バルブ、23…

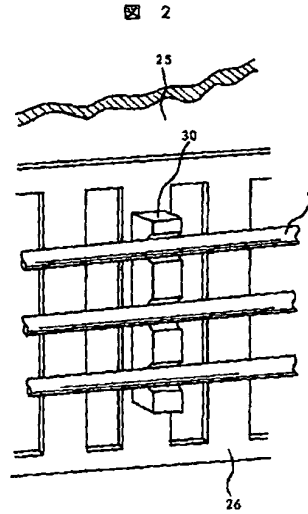
伝熱促進ガス、24…直流電源、25…チャンバ部材、
26…ファラデーシールド、27…スイッチ、28…処理

ガス吹出し口、29…制御手段、30…絶縁スペーサ、
40…高周波電源、41…制御手段、45…直流電源。

【図1】

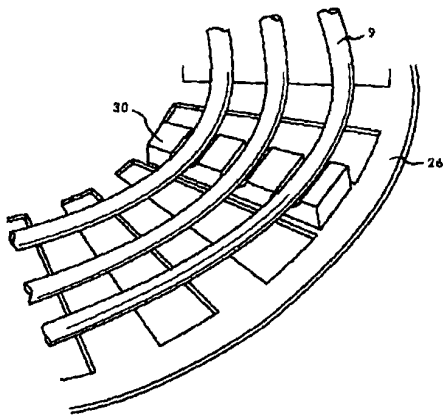


【図2】



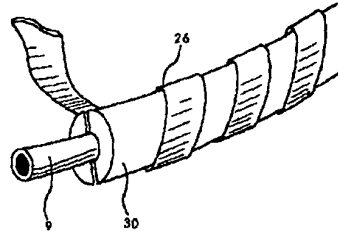
【図3】

図 3

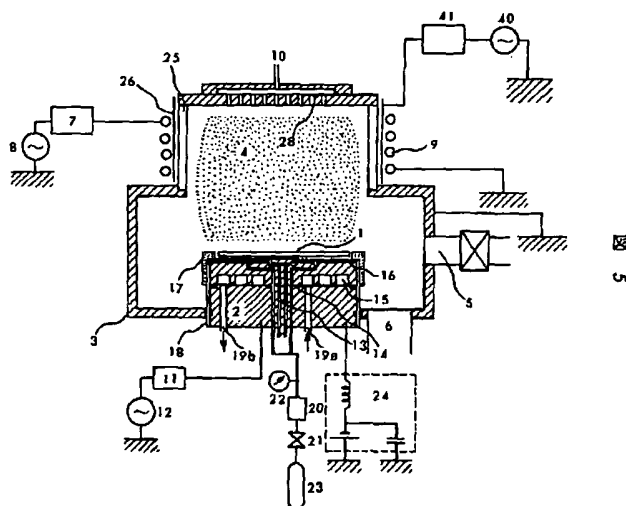


【図4】

図 4



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

21/3065

21/302

B

(72)発明者 前田 賢治

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 吉岡 健

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸工場内

(72)発明者 金井 三郎

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸工場内